
EUROPEAN MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF MODERN SCIENCE

https://emjms.academicjournal.io/index.php/ Volume: 7

Аналитический Метод Решения Изменения Мощности Внутреннего Источника Тепла С Учетом Солнечной Радиации В Многокомпонентных Цементных Материалах

А. Х. Алиназаров
Профессор, Наманганский инженерно-строительный институт Узбекистан, Наманган

А. А. Атамов
Доцент, Наманганский инженерно-строительный институт Узбекистан, Наманган

Ж. Х. Салимжонов
Докторант, Наманганский инженерно-строительный институт Узбекистан, Наманган

Ш. Э. Хайдаров
Старший преподаватель, Наманганский инженерно-строительный институт Узбекистан, Наманган

Аннотация: В статье рассмотрена методика решения изменения мощности внутреннего источника тепла с учетом солнечной радиации в многокомпонентных цементных материалах. Показана, математическое описание тепловых процессов и предложен метод математического моделирования нестационарных полей температуры в многокомпонентных цементных материалах.

Ключевые слова: Многокомпонентный цементный материал, тепловые процессы, источники тепла, солнечная радиация, теплопроводность, гелиотеплохимическая обработка, композиционные материалы.

Актуальность. Перспективы существования человечества требуют решения трех основных проблем: обеспечение населения пищей, энергией и сохранение природных условий, пригодных для жизни. Решение этих задач в значительной степени связано с использованием солнечной энергии.

В условиях дефицита топлива и непрерывного роста цен на него освоение колоссальных ресурсов солнечной энергии является одной из важнейших научно-технических проблем.

Исследования, проведенные в последние годы, и опыт по разработке и эксплуатация солнечных установок, накопленный в ряде стран, показали возможность и экономическую целесообразность более широкого и разнообразного использования солнечной энергии уже сейчас, на современном уровень технических возможностей [1].

Теоретическая часть.

Мощность объемного источника тепла q_v, обусловленного выделением теплоты гидратации, изменяется в зависимости от времени, температуры и коэффициента излучения в многокомпонентных цементных материалах поли структурного строения [2,3,4]. Изменение q_v во времени приближенно можно выразить для фиксированной

средней температуры кусочно-непрерывной функцией r (рис. 1.а)

$$q \approx \sum_{0}^{m} \sigma_0(\tau - \tau_0) \qquad (1)$$

или ломаной

$$q \approx \sum_{0}^{m} (V_m\text{-}Vm\text{-}1)(\tau\text{-}\tau_m)\sigma_0(\tau\text{-}\tau_m), \qquad (2)$$

где $\sigma_0(\tau\text{-}\tau_m)$ - единичная функция Хевисайда, при

$\tau > \tau_i\ \sigma_0(\tau\text{-}\tau_i) = 1$, при $\tau < \tau_i\ \sigma_0(\tau\text{-}\tau_i) = 0$; (3)

V_m - скорость равномерного изменения мощности источника q при $r\text{-}r_m$, Вт/м^3·с;

τ_m - время m-ого изменения мощности источника и скоростей равномерного подъема или спада мощности q (рис. 1.б).

Зная, что:

$1,\ \tau > \tau_m$

$$F(r) = \sum_{0}^{m} q_m\sigma_0(\tau\text{-}\tau_m),\ \sigma_0(x) = 0 \qquad (4)$$

$0,\ \tau<\tau_m$

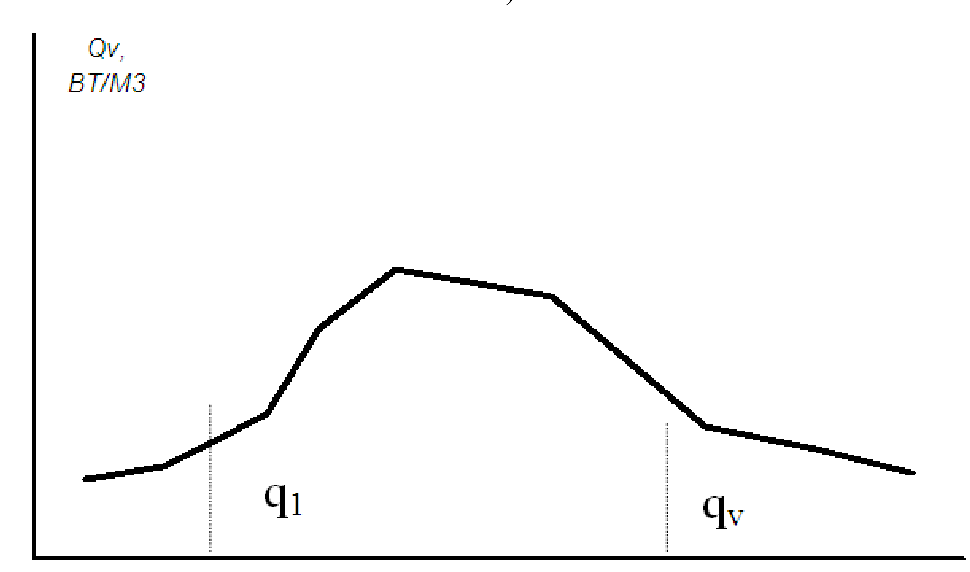
имеем изображение по Лапласу:

$$F(S) = \sum_{0}^{m} q_m \cdot EXP(-s\tau m)/S + \sum_{0}^{K} q_l \cdot K_n \qquad (5)$$

$$F(r) = \sum_{0}^{m} (V_m\text{-}V_m\text{-}1)(\tau\text{-}\tau_m)\cdot \sigma_0(\tau\text{-}\tau_m);$$

$$F_S = \sum_{0}^{m} (V_m\text{-}V_{m\text{-}1})\cdot EXP(-s\tau m)/S + \sum_{0}^{K} q_l \cdot K. \qquad (6)$$

а)



б)

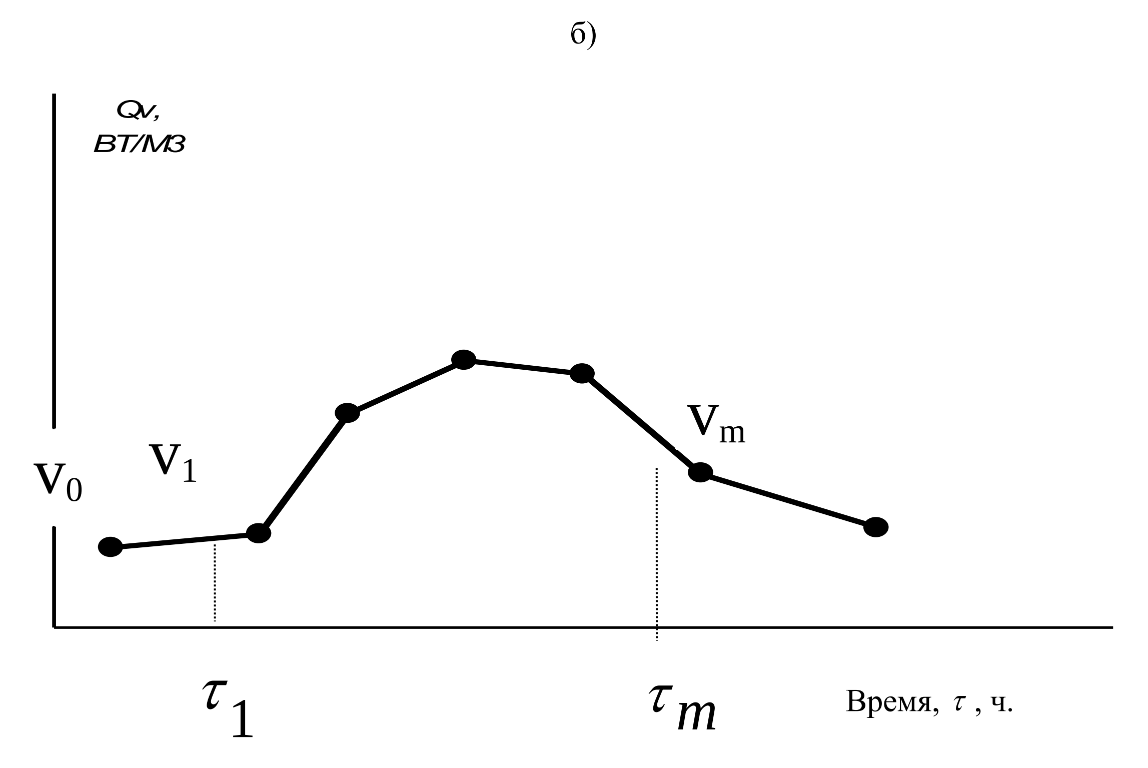


Рис. 1 Аппроксимация действительной кривой изменения мощности внутреннего источника q кусочно-непрерывной (а) и ломаной (б) функциями

Начальное распределение температуры по толщине структурообразующего многокомпонентного цементного материала равно t_0. В начальный момент времени оно помещается в среду с температурой $t_C > t_0$, которая поддерживается постоянной на протяжении всего процесса нагревания. Необходимо найти распределение температуры по толщине образца и расход тепла в любой момент времени, если теплообмен с окружающей средой происходит по закону Ньютона [5,6,7]. Поместим начало координат в середине толщины пластины и обозначим через *2l* ее толщину. Внутри образца действует источник тепла удельной мощностью q_v, являющийся функцией времени [8,9,10].

Условие задачи математически может быть сформулировано следующим образом.

Решить дифференциальное уравнение:

$dt\ (x, r)/d = a\ drt\ (x, r)/dx^2 + q_v(r)/c\rho;$

$(r > 0, -1 < x > 1)$ (7)

при условиях

$t\ (x,0) = t;$ (8)

$dt\ (0, \tau) = 0$ (9)

$dx - dt\ (l, \tau)/dx + [\alpha/\lambda\ t_c - f(l,\tau)] = 0.$ (10)

В уравнении (7) удельная мощность источника определяется зависимостями (1) или (2).

Применяем к уравнению (7) интегральное преобразование Лапласа [11,12] ... Тогда из (5) получим:

$$T_l''(x,s)-\frac{1}{a}\left[T_l(x,s)-\frac{t_0}{s}+\frac{1}{c\rho}\sum_0^m q_m\frac{\exp(-s\tau_m)}{s^2}\right]=0\ . \qquad (11)$$

Решение для изображения th(x, S) при условии (8)

$$T_l''(x,s)-\frac{t_0}{s}=\frac{1}{c\rho}\sum_0^m q_m\frac{\exp(-s\tau_m)}{s^2}+A\,ch\sqrt{\frac{s}{a}}x\ . \qquad (12)$$

Постоянную, в дальнейшем А, - найдем из граничного условия (10), которое для изображения $T_l\ (x,\ S)$ имеет вид

$$-T_l'(l,s)+\frac{\alpha}{\lambda}\left[\frac{t_c}{s}-T_l'(l,s)\right]=0\ . \qquad (13)$$

Удовлетворив решение (11) граничному условию (13), можно определить постоянную «А» [13,14] ... Из зависимости (12) получаем

$$T_l'(x,s)=A\,ch\sqrt{\frac{s}{a}}sh\sqrt{\frac{1}{a}}x\ , \qquad (14)$$

а при $x = l$

$$T_l'(l,s)=A\,ch\sqrt{\frac{s}{a}}sh\sqrt{\frac{1}{a}}l\ . \qquad (15)$$

Подставляя значение производной $T_l'(l,\ S)$ в условие (13), получим

$$A\sqrt{\frac{s}{a}}\left(sh\sqrt{\frac{s}{a}}l-\frac{\alpha}{\lambda}ch\sqrt{\frac{s}{a}}l\right)=\frac{\lambda}{\alpha}\left(\frac{t_c-t_0}{s}-\frac{1}{c\rho}\sum_0^m q_n\frac{\exp(-s\tau_m)}{s^2}\right)\ ; \qquad (16)$$

$$A=\frac{t_c-t_0}{s\left[ch\sqrt{\frac{s}{a}}l+\frac{\alpha}{\lambda}\sqrt{\frac{s}{a}}sh\sqrt{\frac{s}{a}}l\right]}-\frac{\frac{1}{c\rho}\sum_0^m q_n\frac{\exp(-s\tau_m)}{s^2}}{s^2\left[ch\sqrt{\frac{s}{a}}l+\frac{\alpha}{\lambda}\sqrt{\frac{s}{a}}sh\sqrt{\frac{s}{a}}l\right]}; \qquad (17)$$

Тогда решение (12) примет вид:

$$T_l(x,s)-\frac{t_0}{s}=\frac{1}{c\rho}\sum_0^m q_n\frac{\exp(-s\tau_m)}{s^2}+\frac{(t_c-t_0)ch\sqrt{\frac{s}{a}}x}{s\left[ch\sqrt{\frac{s}{a}}l+\frac{\alpha}{\lambda}\sqrt{\frac{s}{a}}sh\sqrt{\frac{s}{a}}l\right]}$$
$$-\frac{\frac{1}{c\rho}\sum_0^m q_n\frac{\exp(-s\tau_m)}{s^2}}{s^2\left[ch\sqrt{\frac{s}{a}}l+\frac{\alpha}{\lambda}\sqrt{\frac{s}{a}}sh\sqrt{\frac{s}{a}}l\right]}; \qquad (18)$$

или, переходя к температуре t (x, τ), получим

$$\theta = \frac{t(x,\tau)-t_0}{t_c - t_0} = 1 + \frac{1}{2}\sum_0^m (\tau - \tau_m) P_{0m} \cdot \left[1 - \frac{x^2}{l^2} + \frac{2}{B_i}\right] - \\ - \sum_{n=1}^{\infty}\left[1 + \frac{1}{\mu^2}\sum_0^m \frac{P_{om}}{\mu_n^2}\right] \cdot A_n \cdot \cos\varphi_n \frac{x}{l} \exp(-\mu_n^2 \tau). \qquad (19)$$

$$P_{om} = \frac{q_m \tau_0 (\tau - \tau_m) l^2}{\lambda (t_c - t_0)}. \qquad (20)$$

Если рассматривается не мгновенный подъем температуры на границе изделия, а постепенный, то для первого периода подъема температуры со скоростью

$V=(t_{max}-t_0)/\tau_0$

имеем:

$$t(\bar{x},\bar{\tau}) = V\tau_{CT}\left[\bar{\tau} - \frac{1-x^2}{2} + 2\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\frac{\cos\mu_n^2 \bar{x}}{\mu_n^3} \cdot \exp(-\mu_n^2)\right] + \\ \sum_0^m (\eta_n - \eta_{n-1})(\tau - \tau_k)\left[\frac{1-x^2}{2} - 2\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\frac{\cos\mu_n^2 \bar{x}}{\mu_n^3} \cdot \exp(-\mu_n^2)(\tau - \tau_k)\right]; \qquad (21)$$

а динамика температуры в точке x = 0 (посередине образца)

(22)

Для второго периода (изотермическая выдержка):

$$t(0,\tau) = V\tau_{cm} - \frac{1}{2}[(1-\varphi_{1,\tau})-(1-\varphi_{1,\tau})] + \frac{1}{2}\sum_0^m (\eta_k-\eta_{k-1})(\tau-\tau_k)[1-\varphi_1(\tau-\tau_k)] \qquad (23)$$

Обсуждение: Решение получены для двух периодов гелиотеплохимической обработки: равномерного плавного подъема температуры среды в гелиотехнологической камере и поддержание ее на определенном уровне.

Вышеуказанные аналитические решения позволяют качественно оценить учет коэффициента луче поглощения солнечной радиации в развитие поля температур в изделии с выделением теплоты при протекании экзотермической реакции твердения вяжущего.

Выводы: на основе принципов системного анализа разработано математическое описание тепловых процессов и предложен метод математического моделирования нестационарных полей температуры в многокомпонентные цементные материалы.

Список использованной литературы:

1. Мухитдинов М.М., Эргашев С.Ф., Солнечные параболоцилиндрические установки //Ташкент Издательство «Фан» Академии наук Республика Узбекистан. 1995. – С. 206
2. Alinazarov A., Mukhiddinov D. N. Solar Thermochemical Treatment of Ash-Cement Compositions. Applied Solar Energy. Vol. 35, No. 4. Allerton Press, Ins. – 1999.
3. Kh, Alinazarov A., and N. N. Majidov. "Mathematical Modeling of Thermal Processes in the Helio-thermochemical Treatment of Fine-Grained Polirtructucal composite Products. Applied Solar Energy. Vol. 37, No. 2." (2001): 18-20.

4. Nodirov S. M., Alinazarov A. K. The Effect of Calorific Power Control Accuracy on the Operation Modes of Solar Heat-generating Plants. Applied Solar Energy. Vol. 37, No. 3. Allerton Press, Ins. – 2001.
5. Алиназаров А.Х., Гулямов А.Г. Принципы управления параметрами теплоносителя и оптимизация режимов тепловой обработки в гелиотехнологических установках //Альтернативная энергетика и экология, АЭЭ, 2005. - № 8 (28). –С. 40-42.
6. Alinazarova, M., A. G. Gulyamov, and A. Kh Alinazarov. "Control Over the Thermal Propertis of Fine Composite Materials in Solar Thermochemical Treatment. Applied Solar Energy, vol. 38, No 3." (2002): 75-78.
7. Алиназаров, А. Х. "Гелиотеплохимическая обработка золоцементных материалов." *Альтернативная энергетика и экология, АЭЭ* 6 (2006): 38. С. 114-116.
8. Алиназаров А.Х., Мамажанов М.Н. Исследование золы тепловых электростанций как основного наполнителя композиционных строительных материалов полиструктурного строения // Научно-техн. ж. ФерПИ, 2005. - № 2. – С. 42-45.
9. Алиназаров **А.Х.,** Икрамов Н.М. Комплексные многокомпонентные добавки и их влияние на структурообразование композиционного материала при гелиотеплохимической обработке // Научно-технический журнал ФерПИ, 2005. - № 3. - С. 4-6.
10. Алиназаров А. Х., Мамаджонов М., Хайдаров Ш. Э. Влияние солнечной радиации при интенсификации твердение золоцементных строительных материалов //Международный научный журнал научное периодическое издание «Cognitio Rerum» Россия. – 2017. – С. 10-12.
11. Алиназаров А. Х., Мамаджонов М. М., Хайдаров Ш. Э. МЕТОДИКА РАСЧЁТА НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПОЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ С УЧЁТОМ ЛУЧЕПОГЛАЩЕНИЯ В ИЗДЕЛИЯХ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ //Science Time. – 2017. – №. 6 (42). – С. 75-82.
12. Алиназаров А., Атамов А., Хайдаров Ш. ГЕЛИОТЕПЛОХИМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ С УЧЁТОМ ЭКЗОТЕРМИИ В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ЦЕМЕНТНЫХ МАТЕРИАЛАХ //Annali d'Italia. – 2021. – №. 17-1. – С. 55-59.
13. Алиназаров А. Х., Атамов А. А., Хайдаров Ш. Э. МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ МОЩНОСТИ ВНУТРЕННЕГО ИСТОЧНИКА ТЕПЛА С УЧЕТОМ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ЦЕМЕНТНЫХ МАТЕРИАЛАХ //The Scientific Heritage. – 2021. – №. 62-1. – С. 49-52.
14. Алиназаров А. Х., Атамов А. А., Хайдаров Ш. Э. РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ //НАУЧНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ «АКАДЕМИЧЕСКАЯ ПУБЛИЦИСТИКА». – 2020. – С. 84.
15. Сафаров Н. М., Алиназаров А. Х. Исследование и разработка солнечно-сушильной установки для сушки высоких сортов хлопка-сырца. – 2019.
16. Алиназаров А. Х., Мажидов Н. Н., Жураев Х. А. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ ГЕЛИОТЕПЛОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ ЗОЛОЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ //Академическая публицистика. – 2017. – №. 5. – С. 8-15.

17. Алиназаров А. Х., Каюмов Д., Дадамирзаев О. ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ ГЕЛИОТЕПЛОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗОЛОЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ //CENTRAL ASIAN JOURNAL OF THEORETICAL & APPLIED SCIENCES. – 2021. – Т. 2. – №. 5. – С. 133-138.
18. Alinazarov A.Kh., Atamov A.A. Khaidarov Sh.E., Mathematical modeling of heliothermal processes in physico-chemical interaction with liquid media // EPRA International Journal of Multidisciplinary Research. – 2021. – №. 7-5. – С. 200-208.
19. Алиназаров А. Х., Каюмов Д., Дадамирзаев О. ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ ГЕЛИОТЕПЛОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗОЛОЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ //CENTRAL ASIAN JOURNAL OF THEORETICAL & APPLIED SCIENCES. – 2021. – Т. 2. – №. 5. – С. 133-138.
20. KHAIDARALIEVICH A. A., TUKHTAKHUZHAYEVICH U. I., QODIROVICH U. S. Investigation of Solar Thermal Chemical Processes of Structure Formation of Ash-cement Binders Using Solar Energy //International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology. – 2020. – Т. 7. – №. 12. – С. 117-121.
21. Мансурова Н. Ш., Алиназаров Х. А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ ХЛОПКА-СЫРЦА //Экономика и социум. – 2019. – №. 5. – С. 910-913.
22. Алиназаров Х. А., Мансурова Н. Ш., Абелкасимова М. Х. ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ГЕЛИОТЕПЛОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ ЗОЛОЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ //Экономика и социум. – 2019. – №. 5. – С. 285-290.
23. Алиназаров А. Х., Каюмов Д. А., Жалолдинов А. А. Исследование эксплуатационных свойств золоцементных материалов с модифицированно-пластифицирующими добавками полифункционального действия //Экономика и социум. – 2020. – №. 3. – С. 183-187.
24. Алиназаров А. Х. Энергоэффективная теплотехнология получения золоцементных композиционных материалов. – 2019.
25. Алиназаров А. Х. Энерго-и ресурсосбергаюшая технология получения строительных материалов и изделий методом гелиотеплохимической обработки //Монография, Москва: Русайнс. – 2017. – С. 118.
26. Алиназаров А. Х., Гулямов А. Г. Принципы управления параметрами теплоносителя и оптимизация режимов тепловой обработки в гелиотехнологических установках //Альтернативная энергетика и экология. – 2005. – №. 8. – С. 40-42.
27. Alinazarov A. K., Alinazarova M. A., Gulyamov A. G. Control over the thermal properties of fine composite materials in solar thermochemical treatment //Applied solar energy. – 2002. – Т. 38. – №. 3. – С. 75-77.
28. Алиназаров А. Х., Гулямов А. Г. Формирование свойств золоцементных композиций полиструктурного строения //Гелиотехника. – 2003. – №. 1. – С. 86.
29. Алиназаров А. Х., Гулямов А. Г. Свойства золоцементных композиций при механохимической активации //Проблемы механики. – 2002. – №. 5. – С. 48.
30. Алиназаров А. Х. и др. Кинетика твердения золоцементных композиций при механохимической активации //Проблемы механики. – 2001. – №. 3-4. – С. 41-43.

31. Рохлецов, Л. П., and А. Х. А. С. Алиназаров. "№ 1332121 МКИ F26 В 3/28. Солнечная сушильная установка." *Бюл* 31 (1987): 24-06.
32. Алиназаров А. Х., Выровой В., Махмудов З. Особенности гетерогенности среды на распределение усадочных деформаций в золоцементных вяжущих материалах //Проблемы механики. – 2005. – №. 4. – С. 7.
33. Alinazarov A. K., Gulyamov A. G. Specufic Features of the Structure Formation of Ash-Cement Compositions by Solar Thermal Chemical Action. Applied Solar Energy, vol. 38. No 1. – 2002.
34. Nodirov Z. M., Alinazarov A. K. The effect of calorific power control accuracy on the operation modes of solar heat-generating plants //Applied solar energy. – 2001. – Т. 37. – №. 3. – С. 86-87.
35. Alinazarov A. K., Atamov A. A., Mukhiddinov D. N. Hydrophysical properties of ash-cement compositions and their effect on solar thermal chemical treatment //Applied solar energy. – 2001. – Т. 37. – №. 1. – С. 44-48.
36. Alinazarov A. K., Mukhiddinov D. N. Solar thermochemical treatment of ash-cement compositions //Applied solar energy. – 1999. – Т. 35. – №. 4. – С. 13-19.
37. Алиназаров А. Х. Математическое моделирование тепловых процессов в композициях, твердеющих при физико-химическом взаимодействии с жидкими средами //Межвуз. сб. науч. тр. ТашГТУ. – 1997. – №. 4. – С. 3-8.
38. Артиков А. А., Алиназаров А.Х., Атаханов Ш.Н., Гелиотехнологическая линия по производству порошков-полуфабрикатов из вторичного сырья соковых производств //Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. – 2006. – №. 3. – С. 18-20.
39. Alinazarov A. K., Gulomov A. G. Specific features of the structure formation of ash-cement compositions by solar thermal chemical action //Applied solar energy. – 2002. – Т. 38. – №. 1. – С. 58-64.
40. Alinazarov A. K. Effect of solar thermal chemical treatment on deformable indices of ash-cement compositions //Applied solar energy. – 2000. – Т. 36. – №. 3. – С. 70-73.
41. Сафаров Н. М., Алиназаров А. Х. Использование альтернативных источников энергии //Ташкент изд. «Фан.
42. Алиназаров А. Х. Гелиотеплохимическая обработка золоцементных композиционных материалов //Альтернативная энергетика и экология. – 2006. – №. 6. – С. 76-78.
43. Kholmirzaev, S. A., and A. Kh Alinazarov. "Solar Units and Their Application-Temperature-vs-Thickness Variation in Reinforced Beam Columns of Expanded-Clay Lightweight Concrete Exposed to Solar Radiation." *Applied Solar Energy* 41.2 (2005): 21-24.
44. Alinazarov A. K., Nodirov S. M., Gulyamov A. G. Formation of the properties of polystructural ash-cement compositions in solar thermochemical treatment //Applied solar energy. – 2003. – Т. 39. – №. 1. – С. 77-79.
45. Alinazarov A. K., Gulomov A. G. Control diagrams for heat-transfer fluid parameters for solar heat-generating plants //Applied solar energy. – 2002. – Т. 38. – №. 2. – С. 89-93.

46. Alinazarov, A. Kh, and A. G. Gulomov. "Direct Conversion of Solar Energy into Electric Energy-Specific Features of the Structure Formation of Ash-Cement Compositions by Solar Thermal Chemical Action." *Applied Solar Energy* 38.1 (2002): 58-64.

47. Alinazarov, A. Kh, and N. N. Mazhidov. "Solar Plants and Their Application-Mathematical Modeling of Thermal Processes in the Heliothermochemical Treatment of Fine-Grained Polystructural Composite Products." *Applied Solar Energy* 37.2 (2001): 18-20.

48. AKHMADALIEV A., ALINAZAROV A. Convective drying of ceramic materials //Applied solar energy. – 1991. – T. 27. – №. 5. – C. 66-67.